(6)

Über Muskelgeräusche des Auges.

Von dem w. M. **Ewald Hering**,

Professor der Physiologie in Prag.

In einer Mittheilung über „Versuche zur Begründung einer Auscultation für chirurgisch-diagnostische Zwecke“ [1] hat Hueter unter Anderem ein Geräusch beschrieben, welches er wahrnahm, als er einen kleinen, einerseits mit einer dünnen Kautschukhaut verschlossenen, andererseits in einen Kautschukschlauch übergehenden Trichter auf das geschlossene Auge setzte, während ein am anderen Ende des Schlauches befindlicher durchbohrter Hornzapfen in das Ohr eingeführt war. Er glaubt, dass dieses Geräusch durch den Blutstrom theils der Capillaren der Lidhaut, theils der Blutgefässe des Bulbus und der Orbitalhöhle bedingt ist.

Dieses Geräusch ist jedoch im Wesentlichen nichts anderes als das Muskelgeräusch des beim Lidschlusse thätigen *musc. orbicularis.* Schon Helmholtz hat dasselbe gehört, als er sich des Nachts die Ohren mit einem Pfropf aus Siegellack oder nassem Papier dicht verstopft hatte, und ich selbst nehme es deutlich wahr, wenn ich des Nachts die Augen zukneife, während ich auf dem linken Ohr liege, mit welchem ich allein höre. Überrascht aber war ich von der Stärke dieses Muskelgeräusches, als ich es in ähnlicher Weise wie Hueter dem Ohre zuleitete. Eine kurze Cigarrenspitze aus Meerschaum wurde mit ihrem Mundstücke in einen Kautschukschlauch gesteckt, und in dem anderen Ende des letzteren der durchbohrte Holzzapfen eines Kautschukstethoskopes befestigt. Führte ich den Zapfen fest in das Ohr ein und setzte die freie Öffnung der Cigarrenspitze so auf das geschlossene Auge, dass ihr Rand überall der Haut dicht anlag, so hörte ich ein auffallend starkes und schwirrendes Rauschen.

---

[1] Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, 1878, Nr. 51.

Auch bei Hunden und Kaninchen habe ich dieses Geräusch beobachtet und es durch Curarisirung des Thieres vollständig zum Verschwinden gebracht. Da hiebei die Circulation im Auge nicht aufgehoben und der Blutdruck nahezu unverändert ist, so folgt auch hieraus, dass das Geräusch kein Gefässgeräusch ist.

Weitere vorläufige Beobachtungen zeigten mir dann, dass man auch die Geräusche der Muskeln des Augapfels auf diese Weise hören kann, und so wurde die Angabe Hueter's zum Ausgangspunkte der vorliegenden kleinen Untersuchung. Ehe ich aber auf diese selbst eingehe, möchte ich einige Bemerkungen über das von Hueter beschriebene „Capillargeräusch der Fingerspitzen“ machen, welches ihm die erste Anregung zu seinen Versuchen gab, und welches ich schon vor Jahren genauer untersucht habe. Auf dieses längst bekannte Geräusch hat einst Collongues[1] sein System der Dynamoskopie gebaut, sowie es jetzt die grundlegende Beobachtung für Hueter's Dermatophonie wurde. Aber schon Brown-Séquard hat es, wie ich aus einer Bemerkung van Hasselt's[2] ersehe, mit Recht für ein Muskelgeräusch erklärt.

Ein Stab aus Holz oder Metall, der in einem passend geformten und ins Ohr eingeführten Knopfe endet, leitet dem Ohre ein deutliches Muskelgeräusch zu, sobald man ihn fest mit den Fingern hält, während bei leisem Anfassen das Geräusch nur schwach zu hören ist. Dadurch, dass man den Stab mit der Hand hält, werden verschiedene Muskeln in Anspruch genommen, und die Schwingungen derselben durch Finger und Stab dem Ohre zugeleitet. Sehr stark wird dabei das Geräusch, wenn Muskeln, die an den Knochen der betheiligten Finger selbst angreifen, in kräftige Thätigkeit versetzt werden.

Statt jeder Zuleitungsvorrichtung kann man sich aber auch des blossen Fingers bedienen, dessen Spitze man in den äusseren Gehörgang einführt. So lange der Finger ganz ruhig im Gehörgange verharrt, hört man bekanntlich ein schwaches Rauschen (bourdonnement), welches bei jeder leisen Bewegung der Hand, wie sie leicht unwillkürlich eintritt, durch kurze knackende oder

---

[1] Gazette médicale de Paris, 1856, 1858, 1859, 1860 und 1862.

[2] Die Lehre vom Tode und Scheintode, S. 58.

knarrende Geräusche (pétillements, grésillements nach Collongues) unterbrochen wird, die mit dem Muskelgeräusche nichts zu thun haben. Dass aber das gleichmässig anhaltende Rauschen ein Muskelgeräusch ist, muss ich daraus schliessen, dass es verschwindet, wenn ich den Versuch mit Vermeidung jeder activen Spannung der Muskeln der oberen Extremität mache. Lege ich mich nämlich des Nachts auf die linke Seite, nachdem ich den Zeigefinger der linken Hand in das linke Ohr eingeführt habe, so kann ich durch eine passende Lagerung des Kopfes, des Armes und der Hand, wobei sich alle Muskeln dieser Theile ganz passiv verhalten, die Circulation aber nicht gehemmt ist, das Geräusch völlig zum Verschwinden bringen. Ich habe zwar auch dann noch schwache subjective Gehörsempfindungen, aber diese sind ganz anderer Art und genau dieselben, welche ich auch ohne Einführung des Fingers in der Stille der Nacht bemerke.

Spanne ich nun, nachdem das Muskelgeräusch in der erwähnten Weise ganz beseitigt ist, irgend einen Muskel der Hand an, so höre ich sofort wieder ein Muskelgeräusch. Auch wenn ich den Finger beim Sitzen oder Stehen eingeführt habe, sodass der Arm durch Muskelaction in seiner Lage gehalten wird, kann ich das dabei hörbare schwache Rauschen sogleich in ein viel stärkeres und mehr schwirrendes Geräusch verwandeln, wenn ich einzelne Muskeln der Hand innervire, z. B. den Daumen stark adducire.

Auch auf andere Weise habe ich mich überzeugt, dass bei mir die Blutbewegung in der Fingerspitze keinen merklichen Beitrag zu dem Geräusche liefert, was ich übrigens auch gar nicht erwartet hatte. Mache ich nämlich durch einen engen Kautschukring, den ich von der Fingerspitze her bis auf die zweite Phalanx vorschiebe, die Haut der Fingerspitze möglichst blutleer und führe dieselbe dann in das Ohr ein, so zeigt sich das Muskelgeräusch unverändert. Immerhin hätte sich ein kleiner Unterschied daraus ergeben können, dass die blutleere und desshalb collabirte Fingerspitze nicht so gut den Gehörgang verschliesst wie die blutreiche, wenn sie nicht tiefer eingeführt wird als letztere. Ich konnte aber einen solchen Unterschied nicht finden.

1. Beschreibung des zur Untersuchung der Augenmuskelgeräusche benützten Apparates und der bei seiner Anwendung zu beachtenden Fehlerquellen.

Ich liess mir drei kleine, der oben erwähnten Cigarrenspitze nachgebildete konische Röhren aus Hartgummi anfertigen, welche am weiteren Ende 15, 10 und 5^{mm}, am engeren sämmtlich 3^{mm} im Durchmesser und eine Länge von beziehungsweise 5, 4 und 3^{cm} hatten. Ich will dieselben im Folgenden als Schalltrichter bezeichnen. Das schwächere Ende derselben wurde in den 42^{cm} langen Kautschukschlauch von 5^{mm} Gesammt- und 3^{mm} Lichtungs-Durchmesser gesteckt, der am anderen Ende den erwähnten polirten und durchbohrten Holzzapfen trug. Der grösste der drei Schalltrichter erwies sich weit genug, um von einem beliebigen Skelettmuskel das Muskelgeräusch genügend deutlich dem Ohre zuzuleiten. Für die Behorchung der Muskeln des Gesichtes, der Augen, der Lippen, der Zunge erwies sich selbst der kleinste als zureichend. Doch fand ich für die Untersuchung der Augenmuskelgeräusche insbesondere den mittelgrossen am zweckmässigsten. Vorläufige Controlversuche mit diesen kleinen Horchapparaten ergaben mir Folgendes:

Brachte ich den Zapfen in das Ohr und hielt sein aus dem Ohre vorragendes und in den Schlauch übergehendes Ende mit den Fingern fest, so hörte ich ein sehr deutliches Muskelgeräusch, welches, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, durch die Finger zugeleitet wurde. Hieraus ergab sich zunächst die Forderung, den Zapfen nicht mit den Fingern zu halten, sondern so in das Ohr einzupassen, dass er von selbst darin festsass.

Nachdem dies geschehen war, legte ich den am anderen Ende des Schlauches befindlichen Schalltrichter ruhig auf den Tisch. Auch jetzt noch hörte ich ein schwaches dumpfes Geräusch, welches höher und schwächer wurde, als ich die Öffnung des Schalltrichters mit einem kleinen Kautschukpfropfen oder sonstwie verschloss. Als Ursache dieses Geräusches ergab sich schliesslich die Contraction meiner Kaumuskeln; ich hatte, ohne daran zu denken, die Kiefer schwach gegen einander gedrückt. Als ich den Unterkiefer etwas sinken liess, verschwand das Geräusch.

Aber bald nachher hörte ich es wieder ganz deutlich, und ich fand, dass meine Kopfhaltung die Ursache war; denn das Geräusch nahm deutlich zu in dem Maasse, als ich den Kopf nach hinten oder zur Seite neigte. Als ich den Kopf schwach nach vorn senkte, verschwand es gänzlich. Offenbar war das Geräusch durch die Anspannung des *m. sternocleidomastoideus* entstanden.

Als ich nunmehr die richtige Haltung des Kopfes und des Unterkiefers herausgefunden hatte, blieb das Geräusch dauernd aus. Hierbei muss ich bemerken, dass ich, abgesehen von rechtsseitiger Taubheit auch auf dem linken Ohre nicht besser, sondern vielleicht etwas schlechter höre als die meisten Menschen, und es daher leicht möglich ist, dass Andere unter den eben beschriebenen Bedingungen noch andere, von entfernteren Muskeln stammende Geräusche hören. Ich meine damit nicht die Geräusche der absichtlich stark contrahirten Muskeln des Gesichtes, der Zunge, des Gaumens oder des Schlundes, denn diese vernehme auch ich sehr deutlich, wenn der Zapfen im Ohre sitzt, sondern Geräusche, welche entweder durch eine unbewusste schwache Thätigkeit der oben genannten oder noch anderer Muskeln bedingt sind.

Alle die hier erwähnten Muskelgeräusche, welche durch die Schädelknochen dem Gehörorgane direct zugeleitet werden, höre ich bei offenem Ohre theils gar nicht, theils äusserst schwach, wenn Alles ganz still ist, dagegen deutlich, wenn ich wie Helmholtz das Ohr verstopfe. Somit wirkt die Einführung des beschriebenen Apparates in das Ohr ähnlich, wie die Verstopfung desselben. Stecke ich jedoch den durchbohrten Zapfen des Apparates allein, d. h. nach Abtrennung des Schlauches in das Ohr, so sind die Geräusche nicht zu hören, wohl aber, wenn zwar der Schlauch noch mit dem Zapfen in Verbindung, der Schalltrichter aber entfernt ist. Es handelt sich hier also um eine Resonanz, bei welcher der Schlauch die Hauptrolle spielt. Dies geht auch daraus hervor, dass die Geräusche sofort ihre Höhe und Stärke ändern, wenn der Schlauch oder der damit verbundene Schalltrichter am freien Ende verschlossen wird.

Verschliesst man den Schlauch oder Schalltrichter, nachdem der Zapfen schon in das Ohr eingeführt ist, so kann, falls der letztere zufällig luftdicht den Gehörgang schliesst, die Luft im Schlauche comprimirt, dadurch die Spannung des Trommelfells

verändert und somit eine neue Complication eingeführt werden. Dieser Fall kann auch eintreten, wenn der Trichter fest auf die Haut aufgesetzt wird, um die darunter liegenden Muskeln zu auscultiren. Ich liess desshalb am Schalltrichter eine kleine Seitenöffnung von 1^{mm} Durchmesser anbringen, welche durch eine federnde und belederte Klappe geschlossen wird, sobald der Trichter aufgesetzt ist. Schliesst der Zapfen den Gehörgang nicht luftdicht, so sind solche Vorsichtsmassregeln überflüssig. Da man aber die durch Trichter und Schlauch zugeleiteten Muskelgeräusche um so deutlicher hört, je besser sich der Zapfen an den Gehörgang anschmiegt, so kann der Fall des luftdichten Verschlusses und der Compression der eingeschlossenen Luftsäule wohl eintreten.

Fasste ich den Schalltrichter behutsam mit den Fingern und brachte seine Öffnung in Berührung mit der Oberfläche des Wassers in einem kleinen Becherglase, wobei die Luft im Trichter durch das Wasser abgeschlossen war, so hörte ich wieder ein starkes Geräusch. Dasselbe war dadurch verursacht, dass ich den Trichter mit der Hand hielt; denn je fester ich diesen fasste, um so lauter wurde das Geräusch, und als ich den eingetauchten Trichter, statt ihn selbst zu halten, an einem Klemmenträger befestigte, war das Geräusch verschwunden, kehrte aber sofort wieder, als ich das Glas oder den Klemmenträger irgendwo fest anfasste; und zwar wurde das Geräusch um so stärker, je fester ich fasste. Abermals also handelte es sich um ein durch die Finger zugeleitetes Muskelgeräusch.

Jetzt verschloss ich den Trichter mit einer dünnen Kautschukmembran. Sobald ich letztere, während der Trichter in der Klemme fixirt war, mit einer Fingerspitze berührte, hörte ich das Muskelgeräusch; ebenso wenn ich den nicht befestigten Trichter zwischen die Finger nahm und stark drückte, ohne dabei die Membran zu berühren. Fasste ich ihn dagegen recht sanft an, so hörte ich nichts. Wenn ich aber die Membran des leise gefassten Trichters mit irgendwelcher stark convexen Fläche in Berührung brachte, so zeigte sich wieder das Geräusch. Um eine feuchte Fläche zu haben und dadurch die knarrenden Geräusche zu vermeiden, welche durch die Reibung der Kautschukmembran an Holz, Metall oder dergl. entstehen, benützte ich insbesondere einen frisch ausgeschnittenen Augapfel vom Hunde. Dieser Augapfel gab, wenn

ihn die Kautschukmembran berührte, ein ganz reines Geräusch, welches durchaus einem Muskelgeräusche glich. Ich musste also wieder schliessen, dass lediglich das Halten des Trichters mit den Fingern das Geräusch veranlasste. Denn wenn ich auch eine sichere Hand habe und unter dem Mikroskope selbst bei stärkeren Vergrösserungen mit verkehrtem Bilde zu präpariren vermag, so kann ich doch das unsichtbare Vibriren nicht vermeiden, welches durch die Thätigkeit meiner Muskeln bedingt ist. Ich brachte also die Membran des Trichters wieder in Berührung mit dem Augapfel, fixirte aber den Trichter mittels der Klemme und hörte nun kein Geräusch mehr. Als ich aber den Augapfel oder den Klemmenhalter mit den Fingern fasste, kehrte auch das Geräusch wieder.

Ich muss demnach die von Hueter benützte Verschliessung des Schalltrichters mit einer Membran verwerflich finden. Er hat sie wohl nur angewandt, um seinen Schalltrichter, der wie es scheint, eine viel weitere Öffnung hatte, als der meinige, auch auf Hautstellen setzen zu können, auf welchen wegen der Form ihrer Oberfläche der Rand des Trichters nicht luftdicht anschliessen kann, daher die Membran den Verschluss übernehmen sollte. Ein solcher Trichter aber lässt, wenn man ihn mit der Hand hält, an jeder convexen Fläche ein Muskelgeräusch hören, sobald der Rand des Trichters nicht ringsum fest der Fläche aufsitzt und die Membran sich der letzteren nicht vollständig anschmiegt. Diesenfalls aber ist die Membran überhaupt zwecklos.

2. Beschreibung der am Auge wahrnehmbaren Muskelgeräusche.

Setze ich die freie Öffnung des Schalltrichters auf das geschlossene Auge, so höre ich, wie gesagt, ein sehr starkes Muskelgeräusch, welches wegen seiner Intensität mit den oben beschriebenen, durch die Schädelknochen zugeleiteten Muskelgeräuschen gar nicht zu verwechseln ist. Am stärksten höre ich das Geräusch mit dem grössten, am schwächsten mit dem kleinsten Schalltrichter. Am zweckmässigsten aber fand ich den mittelgrossen, welcher sich leicht luftdicht schliessend dem Auge aufsetzen lässt. Das Geräusch ist sowohl vom oberen als vom unteren

Augenlide zu hören. Ich fand keinen Unterschied in seiner Stärke wenn ich den Trichter abwechselnd auf das linke oder rechte Auge brachte, während der Zapfen sich immer im linken Ohre befand. Setze ich den Trichter, während ich ihn sehr leicht fasse, zur Controle auf die Stirne, so höre ich das Geräusch nicht; doch zeigt sich auch hier ein schwächeres Muskelgeräusch, wenn ich die Stirnhaut in Querfalten lege oder den *m. corrugator supercilii* zur Contraction bringe.

Suche ich, während beide Augen geschlossen sind und der Trichter auf dem einen oberen Lide steht, beide Augen langsam zu öffnen, so wird das obere Lid des untersuchten Auges vom Trichter festgehalten, und es öffnet sich nur das andere Auge. Zugleich aber ändert sich sofort in dem nun passiv verschlossenen Auge das Geräusch, insbesondere wird es auffallend schwächer, als ob es aus grösserer Ferne käme. Die analoge Änderung des Geräusches zeigt sich, wenn ich den Trichter auf das untere Lid des geschlossenen Auges setze und dann das Auge öffne. Dieses auch bei möglichster Erschlaffung des Orbicularmuskels hörbare Geräusch bildete den wesentlichen Gegenstand meiner Untersuchung und ist streng zu scheiden von dem Geräusche des thätigen *m. orbicularis*. Sehr gut machte sich mir die grosse Verschiedenheit beider Geräusche bemerkbar, wenn ich zuvörderst den Trichter auf das untere Lid des linken geöffneten Auges aufsetzte und dann nur das rechte Auge schloss. Solange beide Augen offen sind, befinden sich die Orbicularmuskeln in Erschlaffung, und ich höre daher nur das schwächere Geräusch. Schliesse ich aber das rechte Auge, so innervire ich unwillkürlich auch den linken *m. orbicularis*, weil ich die Association der beiderseitigen Muskeln nicht vollständig zu lösen vermag, und obwohl das linke Auge offen bleibt, wird doch seine Lidspalte deutlich enger. Die hiebei stattfindende unbeabsichtigte associirte Thätigkeit des linken Schliessmuskels bedingt nun sofort wieder das stärkere Orbiculargeräusch, wie ich es kurz nennen will.

Der Unterschied beider Geräusche liegt, abgesehen von der grösseren Stärke des Orbiculargeräusches darin, dass letzteres zugleich stark schwirrend oder vibrirend ist, während das andere Geräusch mehr einem gleichmässigen, scheinbar aus grösserer Ferne kommenden Rauschen gleicht. Man hört dasselbe, gleichviel

wo man bei möglichst erschlafftem *m. orbicularis* den Schalltrichter auf das Auge setzt. Da meine Augäpfel hinreichend über die Orbitalränder hervorragen, so kann ich den mittelgrossen Trichter bei offenem Auge an verschiedenen Stellen dem unteren oder oberen Lide aufsetzen. Endlich kann ich auch den kleinsten Schalltrichter direct auf die Sklera stellen. Bei allen diesen verschiedenen Arten der Application des Trichters höre ich das Geräusch. Da dasselbe sich nicht, wie das Orbiculargeräusch, beliebig beseitigen lässt, sondern immer zu hören ist, und um es sowohl von diesem als von anderen sogleich zu beschreibenden Geräuschen, welche nur von momentaner Dauer sind, durch eine kurze Bezeichnung zu unterscheiden, will ich es das Dauergeräusch nennen.

Während man dasselbe beobachtet, hört man nämlich zwischendurch ganz kurze, dumpf klappende Geräusche, welche sich mit unregelmässigen Intervallen folgen. Anfangs überhört man dieselben leicht, weil man seine Aufmerksamkeit zu ausschliesslich dem Dauergeräusche zuwendet. Diese Momentangeräusche, wie ich sie bezeichnen will, sind am besten den Herztönen zu vergleichen. Wenn man ein ganz unregelmässig schlagendes Herz in einiger Entfernung von der Herzgegend auscultiren würde, so müsste man ganz ähnliche Schallempfindungen erhalten.

Die Momentangeräusche sind nachweisbar die Folge unabsichtlicher, ruckender Bewegungen des Augapfels. Man ist sich, während man seine Aufmerksamkeit dem Dauergeräusche zuwendet, gar nicht bewusst, wie unruhig dabei öfters die Augen sind, und insbesondere nicht des Umstandes, dass ihre Bewegungen ruckweise erfolgen. Fixirt man einen Punkt ganz fest, so verschwinden die Momentangeräusche, um erst wieder aufzutreten, sobald in Folge der Ermüdung oder vorübergehender Unachtsamkeit wieder Bewegungen des Augapfels eintreten.

Der im Fixiren nicht sehr Geübte thut gut, sich ein langdauerndes Nachbild, z. B. von einer kleinen weissen Scheibe auf schwarzem Grunde, zu erzeugen und dann erst einen markirten Punkt auf einfarbigem Grunde zu fixiren: er wird sich dann überzeugen, dass jedem Momentangeräusche des Auges eine Verschiebung des Nachbildes entspricht. Ebenso bieten jene *mouches volantes*, welche durch Augenbewegungen in leichte wirkliche

(nicht bloss scheinbare) Bewegung versetzt werden, eine bequeme Controle der erwähnten unabsichtlichen Blickschwankungen.

Sehr gut kann man die Momentangeräusche beim Lesen beobachten. Während der Blick die Zeile entlang scheinbar stetig gleitet, verrathen die Momentangeräusche die ruckweise erfolgende Bewegung des Augapfels. Springt der Blick vom Ende der einen Zeile auf den Anfang der nächstfolgenden, so vernimmt man ein besonders deutliches Geräusch, welches aber etwas länger ist und im Gegensatze zu dem kurzen Klopfen, wie man es gewöhnlich hört, etwas Schabendes oder Reibendes hat; dasselbe verhält sich zu den sonstigen Momentangeräuschen etwa so, wie ein Herzgeräusch zu einem Herztone.

Während meiner Ansicht nach über die Ursache des Orbiculargeräusches und der Momentangeräusche kein Zweifel sein kann, bietet das Dauergeräusch der Erklärung grössere Schwierigkeiten.

3. Über die Ursache des am offenen Auge immer hörbaren Muskelgeräusches.

Dass auch das Dauergeräusch ein Muskelgeräusch sei, muss ich daraus schliessen, dass es erstens ganz den Charakter eines solchen hat, dass es zweitens im Allgemeinen um so stärker ist, je mehr das Auge aus seiner Mittellage abgelenkt ist und dass ich drittens am Auge curarisirter Thiere das Geräusch nicht höre, obwohl die Blutbewegung im Augapfel und in der Orbita kräftig fortbesteht.

Zunächst bemühte ich mich, eine Blicklage zu finden, bei welcher das Dauergeräusch ganz zum Verschwinden käme. Ich ging dabei von der Annahme aus, dass es eine Augenstellung geben könne, bei welcher die Innervation sämmtlicher Muskeln des Bulbus minimal oder gleich Null sei. Indessen ist es mir nicht gelungen, eine Blicklage ausfindig zu machen, bei welcher das Geräusch auch nur undeutlich geworden wäre. Am schwächsten war es bei mässig gesenkter Blickebene und schwacher symmetrischer Convergenz der Gesichtslinien. Dagegen gelang es mir leicht, das Geräusch zu verstärken und zugleich rauher und etwas schwirrend zu machen, wenn ich den Augapfel erheblich aus der Mittellage abgelenkt hielt, gleichviel in welcher Richtung.

Demnach müsste, wenn das Dauergeräusch nur von den Muskeln des Augapfels und nicht auch von denen der Lider ausginge, geschlossen werden, dass es gar keine Blicklage giebt, bei welcher nicht entweder einzelne oder vielleicht alle Augenmuskeln mässig innervirt sind. Diese Annahme entspräche zwar nicht den herrschenden Ansichten, hätte aber nichts Widersinniges. Denn es liesse sich denken, dass die Augenmuskeln, ähnlich wie gewisse mimische Muskeln, unter einer tonischen Innervation stehen, insbesondere dann, wenn die Augen offen sind, und die Aufmerksamkeit den Eindrücken des Gesichtssinnes zugewendet ist.

Ehe man aber zu solcher Annahme gezwungen wäre, müsste der Beweis geführt sein, dass das Dauergeräusch weder vom *m. levator palp. sup.*, noch von jenen Muskelfaserzügen mit bedingt ist, welche man als *m. orbicularis* zusammen zu fassen pflegt. Vor Allem fragt sich, ob der *m. levator* stets in Thätigkeit ist, so lange die Lidspalte überhaupt offen ist, und ob ein leichter Verschluss derselben schon durch die blosse Erschlaffung dieses Muskels oder nur unter Mithilfe des *m. orbicularis* möglich ist.

Hunde, Katzen und Kaninchen haben nach dem Tode die Augen nicht geschlossen, dessgleichen, soweit meine Erfahrung reicht, der Mensch. Eine mässige Öffnung des Auges entspräche hiernach dem Gleichgewichte der elastischen Kräfte aller hier in Betracht kommenden Theile. Gleichwohl bedarf es noch der genaueren Untersuchung, welchen Antheil am Verschlusse der Augen im Schlafe die tonische Thätigkeit des *m. orbicularis* hat. Ich setzte einem schlafenden Knaben den erwähnten Schalltrichter vorsichtig auf das Auge und hörte in der That ein schwaches Muskelgeräusch, obwohl keinerlei sichtbare Reflexbewegung der Lider in Folge der Berührung eingetreten war. Bei völliger Lähmung des Orbicularmuskels ist der Lidschluss unmöglich und die Lidspalte im Schlafe mässig geöffnet. „Der obere Augendeckel liegt,“ wie v. Stellwag [1] sagt, „schlaff am Bulbus an, während das untere Lid gewöhnlich vom Auge absteht oder gar nach Aussen umgestülpt ist.“ Falls diese hochgradige Erschlaffung des Orbicularmuskels sich schon in ganz frischen Fällen zeigt und nicht

[1] Lehrbuch der Augenheilkunde, III. Auflage. S. 831.

erst die Folge secundärer Veränderungen ist, worüber ich keine Kenntniss habe, so würde man sogar annehmen müssen, dass nicht bloss im Schlafe, sondern auch beim Wachen eine tonische Innervation dieses Muskels bestehe. Neige ich die Blickebene so weit als möglich abwärts, so senkt sich mein oberes Augenlid fast bis zum Schlusse der Lidspalte, während dabei der Rand des unteren Lides nur äusserst wenig nach abwärts geht. Dabei höre ich nicht das obenerwähnte charakteristische Orbiculargeräusch, sondern nur das Dauergeräusch. Gleichwohl möchte ich nicht annehmen, dass hiebei die starke Senkung des oberen Lides lediglich durch Erschlaffung des *m. levator* bedingt ist. Vielmehr dürften dabei einzelne, am oberen Lide angreifende Faserzüge des Orbicularmuskels betheiligt sein. Auffallend ist die Genauigkeit, mit welcher das obere Lid jeder Wendung des Augapfels nach unten oder oben derart folgt, dass ein immer nahezu gleichgrosses Segment der Iris vom Lide gedeckt ist, während der untere Lidrand seine Lage so wenig ändert, dass sich seine geringe Verschiebung leicht als eine rein passive, durch Verschiebung der Conjunctivalfalte bedingte, ansehen lässt.

Bei gewissen Fällen von *Ptosis paralytica* würde sich vielleicht aus dem Verhalten des oberen Lides schliessen lassen, welche Stellung des letzteren der völligen Erschlaffung des *m. levator* bei verschiedenen Neigungen der Blickebene entspricht. Auch würde die Untersuchung der Muskelgeräusche bei den verschiedenen Formen von Lähmungen der Lid- und Augenmuskeln überhaupt manchen interessanten Aufschluss geben können, wenn sie von Jemandem vorgenommen würde, der die Muskelgeräusche des gesunden Auges bereits genauer studirt hat.

Nach dem Gesagten muss vorerst unentschieden bleiben, ob es eine Neigung der Blickebene gibt, bei welcher sowohl der *m. levator* als der *m. orbicularis* völlig unthätig sind, und inwieweit bei verschiedenen Neigungen der Blickebene das Dauergeräusch durch die Thätigkeit dieser Muskeln mitbedingt ist.

Aber gesetzt, es gäbe einerseits eine Lage der Blickebene, bei welcher die Lidmuskeln sich völlig passiv verhielten, und andererseits eine Blicklage, bei welcher sämmtliche Muskeln des Bulbus unthätig wären, so müsste auch noch die weitere Forderung

erfüllt sein, dass diese Blicklage gerade jener Neigung der Blickebene entspräche, wenn anders alle hier in Betracht kommenden Muskeln unthätig sein sollten. Nur in diesem Falle aber könnte das Dauergeräusch ganz verschwinden.

4. Untersuchung der Innervationsgesetze des Auges mit Hilfe der Muskelgeräusche.

Wie ich anderswo [1] ausführlich gezeigt habe, ist bei einer und derselben Lage der Gesichtslinie eines Auges die motorische Innervation desselben und entsprechend auch die Thätigkeit seiner Muskulatur eine sehr verschiedene, je nach der gleichzeitigen Lage der Gesichtslinie des anderen Auges. Je nachdem auf der unbewegten Gesichtslinie der fixirte Punkt in die Ferne oder in die Nähe verlegt wird, ändert sich, abgesehen von der Accommodation, auch die Thätigkeit der am Bulbus angreifenden Muskeln. Ob dabei das andere Auge verdeckt ist oder der fragliche Punkt binocular fixirt wird, ist im Wesentlichen gleichgiltig.

Diese Verschiedenheit der Innervation und der Muskelaction verräth sich erstens durch eine veränderte Orientirung der Netzhaut, d. h. durch verschiedene Neigung der vertikalen oder horizontalen Trennungslinie zur Blickebene, und zwar kann, wie ich gezeigt habe, diese Neigung beim Nahesehen unter Umständen bis 5 oder 6° von der beim Fernsehen differiren.

Zweitens lässt sich eine wesentliche Verschiedenheit der Innervation theoretisch aus dem von mir aufgestellten allgemeinen Gesetze der binocularen Innervation ableiten, für dessen Richtigkeit ich a. a. O. hinreichende Beweise beigebracht zu haben glaube. Nach diesem Gesetze werden beim Sehen im Allgemeinen beide Augen gleichzeitig und gleichmässig innervirt, und es gilt dies auch für die unsymmetrischen Convergenzstellungen der Augen, bei welchen man von vornherein eine verschiedenartige Innervation beider Augen vermuthen sollte. Denken wir uns z. B., es werde ein in grosser Ferne gerade vor uns liegender Punkt fixirt,

---

[1] Die Lehre vom binocularen Sehen, p. 9.

wobei die Gesichtslinien horizontal und parallel geradeaus gestellt sein würden; vor dem linken Auge befinde sich auf der Gesichtslinie desselben und etwa 10^{cm} von ihm entfernt eine Nadelspitze, die dabei zunächst sehr verwaschene Doppelbilder geben würde. Um nun diese Nadel einfach und deutlich zu sehen, müssten die Augen aus ihrer Parallelstellung in eine unsymmetrische Convergenzstellung übergehen, wobei das linke Auge seine Stellung gar nicht zu ändern, sondern nur das rechte sich stark einwärts zu wenden brauchte. Aus dem angeführten Innervationsgesetze folgt aber, dass trotzdem auch das linke Auge eine starke Innervation erfährt, dass aber, weil der *m. rectus extern.* und *intern.* gleichzeitig innervirt werden, und ihre antagonistischen Zugkräfte sich aufheben, aus dieser Innervation keine veränderte Lage der Gesichtslinie resultirt.

Das Analoge gilt für alle Fälle, in welchen bei unveränderter Lage der einen Gesichtslinie der Blick von einem fernen auf einen nahen, nicht in der Medianebene des Kopfes gelegenen Punkt übergeht. Nur wenn der nahe Fixationspunkt in der Medianebene selbst gelegen ist, findet jenes Gesetz eine Ausnahme. Fixirt man einen median liegenden Punkt binocular und richtet sodann seinen Blick auf einen fernen Punkt, welcher sich auf der Gesichtslinie, z. B. des linken Auges befindet, so ändert sich nach dem Innervationsgesetze zwar die centrale Qualität der Innervation insofern, als an die Stelle der Convergenzinnervation die Innervation zur gemeinsamen Rechtswendung beider Augen tritt, aber die Anspannung des hiebei wesentlich betheiligten *m. rect. internus* könnte dabei unverändert bleiben; nur wäre er bei seiner Thätigkeit jetzt nicht mehr mit dem *m. rect. internus*, sondern mit dem *m. rect. externus* des rechten Auges associirt.

In solchen besonderen Fällen folgt also aus dem Innervationsgesetze keine Veränderung der Muskelaction für dasjenige Auge, auf dessen unbewegter Gesichtslinie der Fixationspunkt aus der Nähe in die Ferne rückt oder umgekehrt. Aber auch hier verändert sich wenigstens die Neigung der Trennungslinien zur Blickebene und beweist uns, dass die Thätigkeit der Augenmuskulatur trotz gleichbleibender Lage der Gesichtslinie eine Änderung erfährt, welche im Wesentlichen die schiefen Muskeln betreffen dürfte.

Im Allgemeinen ergibt sich also, dass immer, wenn bei unveränderter Lage der Gesichtslinie eines Auges der binoculare Fixationspunkt sich auf dieser Gesichtslinie verschiebt, daraus eine veränderte Action der Muskeln dieses Auges resultirt.

Giebt sich nun diese Verschiedenheit der Muskelaction auch durch eine Verschiedenheit des Muskelgeräusches kund? Dies ist in der That der Fall, und zwar in sehr auffälliger Weise. Setze ich z. B. den Schalltrichter auf das untere Lid des linken Auges, während ich zunächst einen gerade vor mir gelegenen fernen Punkt fixire, und wende sodann meinen Blick ein auf der linken Gesichtslinie liegenden nahen Nadelspitze zu, wobei das linke Auge seine Richtung nicht ändert, während das rechte einwärts gewandt wird, so höre ich das Dauergeräusch des linken Auges sich deutlich verstärken und bei grosser Nähe der Nadel sogar jenen mehr schwirrenden Charakter annehmen, wie er sich insbesondere auch an einem stark aus- oder einwärts gewandten Auge zeigt. Dieses stärkere, beziehungsweise vibrirende Muskelgeräusch dauert so lange, als ich die Nadel fixire, geht aber sofort wieder in das schwächere Dauergeräusch über, wenn ich wieder auf den fernen Punkt blicke. Dass es sich dabei nicht um Zuleitung eines Muskelgeräusches vom rechten Auge handelt, geht daraus hervor, dass das Geräusch nicht zu hören ist, wenn ich bei dem Versuche den Trichter nahe der Nasenwurzel auf die Stirne setze.

Die Veränderung des Geräusches beim Nahesehen ist so deutlich, dass sie auch ein Zweiter sofort bemerkt. Ich habe von verschiedenen geübten Beobachtern (Prof. Knoll, Prof. Sigmund Mayer, Dr. Biedermann) auscultiren lassen, während ich den Versuch anstellte, und sie alle haben lediglich aus der Veränderung des Geräusches sofort anzugeben vermocht, ob mein, in unveränderter Richtung verharrendes Auge eben für die Nähe oder für die Ferne accommodirt war.

Ob das andere Auge bei dem Versuche offen oder mit der Hand gedeckt ist, gibt keinen Unterschied, weil beidenfalls die Innervation des Doppelauges dieselbe ist.

Weniger auffallend, aber doch ganz deutlich ist die Verstärkung des Geräusches beim Nahesehen, wenn die Nadelspitze in der Medianebene gelegen ist.

Somit lässt sich auch aus den Muskelgeräuschen der Beweis führen, dass bei gleicher Stellung der Gesichtslinie die Augenmuskeln in verschiedener Weise thätig sind, je nachdem der fixirte Punkt nahe oder ferne liegt.

Die Verstärkung des Dauergeräusches beim Nahesehen lässt zunächst auf eine entsprechend verstärkte Muskelaction schliessen, wie sie in der That von dem erwähnten Innervationsgesetze gefordert wird, falls die Nadelspitze nicht in der Medianebene liegt. Indessen kommt bei starken Convergenzen vielleicht noch ein anderer Umstand in Betracht. Solche Convergenzen sind uns ungewohnt, anstrengend und von einem unbehaglichen Gefühle in der Augengegend begleitet. Ungewohnte Bewegungen und Stellungen unserer Glieder aber sind unsicher und minder stetig als gewohnte, weil wir auf die dazu erforderliche Innervation nicht eingeübt sind. Die Unstetigkeit der Innervation führt zu Discontinuitäten der Muskelaction und dadurch vielleicht zu stärkeren und insbesondere deutlicher vibrirenden Muskelgeräuschen.

Das Gefühl der Austrengung habe ich schon bei Graden der symmetrischen Convergenz, welche nur eine solche Einwärtswendung des Auges fordern, wie sie ohne jedes unbehagliche Gefühl stattfindet, wenn nur ein Auge einwärts, das andere aber auswärts gewandt ist. Nicht also die Einwärtswendung des Auges als solche ist es, welche mich anstrengt und ein unangenehmes Gefühl veranlasst, sondern die gleichzeitige Einwärtswendung beider Augen. Die Ursache dieses Anstrengungsgefühles kann eine periphere oder eine centrale sein. Ist sie peripher, so muss sie entweder in der gleichzeitigen Accomodationsspannung gesucht werden oder darin, dass bei der Einwärtswendung des Auges zum Zwecke der Convergenz grössere Muskelkräfte in Action treten, als bei gleichgrosser Einwärtswendung des Auges zum Zwecke der Fixirung eines seitlich gelegenen fernen Objectes. Das von mir aufgestellte Innervationsgesetz bietet, sofern es sich um symmetrische Convergenz handelt, keinen Anhalt zur Annahme einer verstärkten Muskelaction. Gleichwohl liesse sich auch hier eine solche denken, ganz abgesehen von einer, wegen der veränderten Lage der Trennungslinien nicht unwahrscheinlichen Änderung in der Thätigkeit eines *m. obliquus*. Erstens nämlich könnte, da es

sich um eine selten geübte starke Innervation handelt, dieselbe auf Muskeln irradiiren, deren Thätigkeit zur Herstellung der Convergenz gar nicht nöthig ist, wie wir auch sonst bei ungeübten und anstrengenden Bewegungen unbeabsichtigte Mitbewegungen eintreten sehen; oder falls es richtig wäre, dass jede Richtung unseres Willens auf die Wahrnehmug durch den Gesichtssinn eine tonische Innervation sämmtlicher Augenmuskeln herbeiführt, so könnte dieser Tonus um so stärker werden, je grössere Schwierigkeiten sich der angestrebten deutlichen Wahrnehmung entgegenstellen. Beidenfalls würde die Muskulatur des Auges nicht nur im Allgemeinen stärker thätig sein, sondern insbesondere auch der *m. rect. internus* eine grössere Anspannung erfahren können.

Was hier für starke symmetrische Convergenzen erörtert wurde, gilt auch für starke unsymmetrische.

Ich habe nichts unerwähnt lassen wollen, was, soviel ich sehe, hier in Betracht kommen könnte, glaube aber, dass für die nicht anstrengenden Convergenzgrade die oben gegebene Erklärung aus dem Innervationsgesetze, beziehungsweise aus der veränderten Orientirung des Auges beim Nahesehen zureichend ist.

Ausgehend von der Überlegung, dass eine gleichzeitige stärkere Anspannung des *m. rect. externus* und *internus* eine merkliche Steigerung des intraocularen Druckes herbeiführen müsse, habe ich schon vor längerer Zeit meine Netzhautgefässe bei starker unsymmetrischer Convergenz der Gesichtslinien beobachten lassen, nachdem ich zuvor Atropin eingeträufelt hatte. Herr Dr. Becker, jetzt Professor in Heidelberg, hatte damals die Güte, die Untersuchung zu übernehmen. Aber er fand zwar die Symptome der Erhöhung des Druckes beim Nahesehen bisweilen angedeutet, doch nicht entschieden genug, um einen sicheren Schluss ziehen zu können. Ein Tonometer habe ich nicht angewandt.

Mir wäre damals der sichere Nachweis einer Erhöhung des intraocularen Druckes desshalb werthvoll gewesen, weil ich an die Möglichkeit dachte, dass die centralen Innervationsprocesse, welche der Anspannung einerseits des *rect. internus*, andererseits des *rect. externus* entsprechen, in einem derartigen anta-

gonistischen Verhältnisse zu einander stünden, dass sie sich gegenseitig aufheben könnten. Diesenfalls konnte das von mir aufgestellte Innervationsgesetz richtig sein, ohne dass doch daraus bei den erwähnten Augenstellungen eine gleichzeitige Thätigkeit der beiden antagonistischen Muskeln resultiren müsste. Denn wenn sich die antagonistischen Innervationsprocesse schon im Centralorgane gegenseitig aufhöben, würde es gar nicht zu. Innervation der Muskeln selbst kommen. Hiergegen spricht nun auch die Verstärkung des Muskelgeräusches, welche eine wirklich verstärkte Muskelaction und damit zugleich eine Erhöhung des intraocularen Druckes wahrscheinlich macht.